



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08088258 A**(43) Date of publication of application: **02.04.96**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/66**  
**G01N 37/00**
(21) Application number: **06222248**(22) Date of filing: **16.09.94**(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**
 (72) Inventor:  
**YAMAGUCHI HIROSHI**  
**YOSHIKI MASAHIKO**  
**SASAKI HIDEYUKI**  
**TAKENAKA MIYUKI**
**(54) ELECTRICAL CHARACTERISTIC EVALUATION  
 METHOD OF SEMICONDUCTOR MATERIAL**

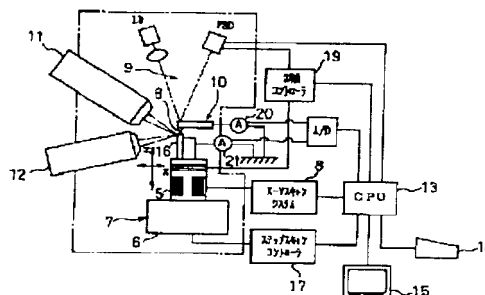
 an operating region is capable of being estimated by  
 converting its electrical resistance.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

**PURPOSE:** To evaluate the resistance distribution of an operating region of a specimen of semiconductor material by a method wherein the specimen is placed on a mounting stage, charged particles are continuously fed around the operating region of the specimen, and a probe is made to scan as kept in contact with the operation region to detect a current.

**CONSTITUTION:** A specimen 16 of semiconductor material is placed on a specimen mounting stage 7 and positioned. Charged particles are emitted from an electron beam irradiation system 11 or an ion beam irradiation system 12 so as to be focused on a spot adjacent to the surface of the operating region of the specimen 16. The probe 8 of a scanning probe microscope system is made to scan as kept in contact with the operating region of the specimen 16, and a current is detected by a current detector 20. A detected current is changed depending on the electrical resistance of the operating region, so that the resistance distribution of the operation region is evaluated. By this setup, the impurity concentration of



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-88258

(43) 公開日 平成8年(1996)4月2日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

H 0 1 L 21/66

G 0 1 N 37/00

識別記号

N 7735-4M

A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-222248

(22) 出願日 平成6年(1994)9月16日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 山口 博

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 吉木 昌彦

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 佐々木 秀幸

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外3名)

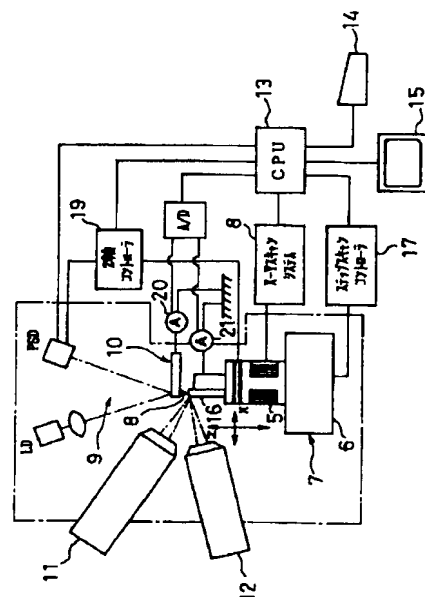
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体材料の電気特性評価方法

(57) 【要約】

【目的】 LSI、ULSIなどのパターン化された微小動作領域の電気特性を直接測定する。

【構成】 この発明の半導体材料の電気特性評価方法は、半導体材料片の表面又は断面の動作領域に微小な探針を持つプローブを接触させて電流測定ができるように半導体材料片を試料載置台上に載置する。一方、電子銃やイオン銃などの荷電粒子源を動作領域付近に電流を与えることができるように配置し、電子ビーム又はイオンビームを動作領域又はその近傍に的を絞って照射する。そして与えられた電流の一部がプローブの探針に流れるように探針を動作領域に相当する部位に接触させて走査して電流を測定し、動作領域内での電流の変化を検出する。こうして検出される電流の変化は動作領域の電気抵抗値に依存するので、動作領域の抵抗値分布の評価ができ、さらに電気抵抗値から換算して不純物濃度が推定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動、位置調整が可能な載置台に半導体材料を載置し、

前記半導体材料の所定の部位に荷電粒子を連続的に供給し、

前記半導体材料の任意の部位を探針によって接触させて走査し、

前記荷電粒子によって前記半導体材料に供給される電流の一部を前記探針によって計測し、同時に前記半導体のベース部分からのアース電流を計測し、

前記探針の接触部位各々における当該探針によって計測される電流値と前記アース電流値との電流比を求めることを特徴とする半導体材料の電気特性評価方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、半導体材料の電気特性評価方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、LSI、ULSIなどの半導体装置の製造プロセスでは、半導体材料の表面層の微小な領域を動作領域として用いるために、フォトリソグラフィなどの微細加工技術によってパターン化された半導体基板材料のきわめて微小な限定された領域にイオン注入や表面からの熱拡散などによって不純物を添加し、さらに拡散や添加された不純物を電気的に活性化させるために再度、熱処理を加えることによりソースやドレインなどの形成された半導体素子を得ている。図6はこのようにして製造された半導体素子の一例を示しているが、半導体基板（ベース）1に $p^+$ や $n^+$ 層などの動作領域2が形成され、さらに保護酸化膜としてのリンシリケートガラス膜（PSG）3、電極としてのアルミニウム層4が形成された構造となっている。

【0003】ところで一般に、LSI、ULSIなどの半導体装置では、ソースやドレインなどの動作領域（図6で、 $p^+$ や $n^+$ 層などの動作領域2に相当する）の大きさは、例えば、16MBのランダムアクセスメモリ

（DRAM）では1 $\mu$ m以下のサイズであり、集積度が向上するにつれて動作領域の大きさは小さくなる。

【0004】他方、LSI、ULSIなどの半導体装置の製造、開発に当たっては、動作領域のサイズや電気抵抗値、キャリア濃度などの電気特性の精密な制御が不可欠であり、動作領域が小さくなるにつれてますますその制御の精密さが必要になり、それに答えるために半導体材料の電気特性の評価、見積もりの正確さが必要になってきている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、半導体材料において上述のように不純物を添加した動作領域では、数10nm～1 $\mu$ mの長さ、幅、深さの範囲で比抵抗やキャリア濃度が変化する。この比抵抗が変化する大きさ

又は深さ、さらには比抵抗の深さ方向の変化の程度によって最終的に製造される半導体装置の動作特性が異なるため、前記比抵抗の変化を制御することが半導体素子の設計、製造上、不可欠となる。すなわち、半導体装置の製造工程においては、使用される半導体材料（半導体基板）について、nmオーダーの程度で表面近傍の動作領域における比抵抗の変化を見積もることが不可欠である。

【0006】しかしながら、LSI、ULSIなどの半導体装置の動作領域の比抵抗の変化を直接測定する手段は現在までのところは知られておらず、半導体材料の電気特性評価には、従来、不純物の注入や熱拡散などの製造プロセスに対して、コンピュータ上でシミュレーションを行うことによって推定する方法がとられていた。そして、このシミュレーションの正確さを裏付ける手段として、動作領域の深さ方向の比抵抗を測定する直接法と、添加された不純物の濃度分布を測定することによって推定する間接法が用いられてきたが、これらの場合、実際の半導体装置のようにパターン化しない大面積の試料に不純物を拡散させた試料を試験的に作成し、測定する場合が多く、LSI、ULSIなどの半導体装置のような1 $\mu$ mの領域に不純物を添加し拡散させたときの横方向を含めた3次元的な不純物分布や比抵抗分布を評価することはできなかった。

【0007】例えば、間接法では、オージェ電子分光法や二次イオン質量分析法などの表面分析装置を用いることにより、不純物の分布を深さ方向にはnmオーダーの精度で測定できるが、横方向には0.1 $\mu$ mが限界であって、しかも0.001%～0.0001%の低濃度の拡散領域の評価を行うには感度も不足していた。

【0008】さらに、動作領域に存在する不純物がすべて電気伝導に関与しているとは限らず、一部はいわゆる電気的に不活性な状態で存在する場合があります、真の比抵抗分布が得られる保証がないという問題点もあった。

【0009】これに対して、比抵抗を直接測定する方法としては2探針法や4探針法、広がり抵抗法などが知られている。これらの方法はいずれも、半導体材料に流れる電流を測定するか、あるいは相対する2端子間の電圧を測定することによって比抵抗を測定するものであるが、これらの測定方法では、測定精度が探針の直径よりも小さくはなり得ず、現状では数10 $\mu$ mが限界であり、したがって、1 $\mu$ m以下の素子の集合体であるLSIやULSIなどの半導体装置の電気特性を評価することは不可能であった。

【0010】一方、近年開発された走査プローブ顕微鏡は原子オーダーで試料の表面形態を観察することができると共に、試料の電子状態の評価も行うことができるため、半導体材料を始めとして各種の材料表面の原子オーダーでの形態評価に利用されるようになってきている。この走査プローブ顕微鏡による材料表面の評価方法は、尖鋭化した探針を試料のごく近傍に近づけ、試料から流れる

トンネル電流を検出する方法、あるいは探針を試料に接触させ、試料の凹凸による探針の振れを高感度な光検出計によって検出することによって原子オーダーで試料の表面形態を観察する方法であり、位置分解能は極めて高いものである。

【0011】ところが、前者の方法を実行するために用いられる走査プローブ顕微鏡は特に走査トンネル顕微鏡と呼ばれるものであるが、これによって計測される電流は探針直下の材料表面の電子状態を反映するもので、材料自体の電気抵抗を測定することはできない。

【0012】また後者の方法を実行するために用いられる走査プローブ顕微鏡は特に原子間力顕微鏡と呼ばれるものであり、試料に直接探針を接触させることから原理的には広がり抵抗法と同様であるが、探針が尖鋭化されているのでnm以下のオーダーの分解能で比抵抗を評価できる。しかしながら、この場合、2探針法や4探針法などの巨視的な方法と異なり、100万個を超えるパターン化された微小な素子のうちの特定の部位の比抵抗を測定することを目的としてその部位に電流供給を行うことが難しく、加えて、半導体材料の表面が酸化膜などの絶縁膜で覆われているために直接的に絶縁膜下あるいは絶縁膜間の素子の評価を行うことが困難であり、これまで半導体材料の電気特性の評価に実用化されていなかった。

【0013】この発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたもので、LSI、ULSIなどの半導体装置のように1 $\mu$ m以下の動作領域を持つ半導体材料のその微小動作領域の局所的な抵抗値の変化を容易に、かつ高精度に検出してその半導体材料の電気特性の評価に利用できる半導体材料の電気特性評価方法を開示することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この発明の半導体材料の電気特性評価方法は、移動、位置調整が可能な載置台に半導体材料を載置し、半導体材料の所定の部位に荷電粒子を連続的に供給し、半導体材料の任意の部位を探針によって接触させて走査し、荷電粒子によって半導体材料に供給される電流の一部を探針によって計測し、同時に半導体のベース部分からのアース電流を計測し、探針の接触部位々々における当該探針によって計測される電流値とアース電流値との電流比を求めるものである。

【0015】

【作用】この発明の半導体材料の電気特性評価方法では、半導体材料片の表面又は断面の動作領域に微小な探針を持つプローブを接触させて電流測定ができるように半導体材料を試料載置台に載置する。一方、電子銃やイオン銃などの荷電粒子源を動作領域付近に電流を与えることができるように配置し、電子ビーム又はイオンビームのような荷電粒子を動作領域又はその近傍に絞って照射する。そして与えられた電流の一部がプローブの

探針に流れるように探針を動作領域に相当する部位に接触させて走査し、電流を測定する。このプローブとしては接触面積が数10nm以下に小さくでき、かつ探針と試料との接触圧力を一定に保つ機構を有する走査プローブ顕微鏡などが適当であるが、探針は動作領域を含む所定の部位を走査することができるような構造にして、動作領域内での電流の変化を検出する。

【0016】こうして検出される電流の変化は動作領域の電気抵抗値に依存するので、動作領域の抵抗値分布の評価ができ、さらに電気抵抗値から換算して不純物濃度が推定できる。

【0017】電流源として用いる荷電粒子は、電子ビームでもイオンビームでもよい。またいずれも走査顕微鏡としての機能を持たせることにより半導体材料の測定部位の選択及び走査プローブ顕微鏡の探針と測定部位との位置合わせを容易に行うことができる。

【0018】またイオンビームを用いる場合、半導体材料の基板内へのイオンの侵入深さを数nm以下にすることができるので、浅い動作領域の場合にはより精密な測定ができると共に、動作領域をエッチングしながら各深さごとに電流測定する方法をとることによって3次元の評価も可能となる。他方、電子ビームを用いる場合、侵入深さは深くなるが、電子ビーム径を1nm程度に絞ることができるので平面の抵抗分布を精密に測定することができる。そして、両者を組み合わせて使用すれば、さらに精度の高い測定が可能となる。

【0019】また荷電粒子源として上記のような電子ビームやイオンビームなどの荷電ビームの他に、半導体材料の所定の部位に別の探針を接触させてその探針を通して電流を送り込むこともできる。

【0020】

【実施例】以下、この発明の実施例を図に基づいて詳説する。図1はこの発明の一実施例に使用する半導体材料の電気特性評価装置を示しており、ピエゾアクチュエータとステッピングモータ6によってX、Y（図1の紙面に垂直な方向）、Zの3次元方向の微動、粗動ができる試料載置台7および、導電性探針8を有し、試料表面の凹凸を検出する光学検出系9を備えた走査プローブ顕微鏡システム10と、試料の特定の部位に電荷を与える電子ビーム照射システム11と、同じく試料の特定の部位に電荷を与えるイオンビーム照射システム12と、これらの各構成機器を総括してコントロールするためにマイクロコンピュータで構成されるコントロールシステム（CPU）13と、この装置に操作指令を入力する入力装置14と、監視操作を行うための表示装置15から構成されている。

【0021】試料載置台7は試料16を水平又は垂直のいずれの方向にも保持することができ、ステッピングモータ6によってX、Y、Z方向の $\mu$ mオーダーまでの粗動を行うことにより試料16の特定部位へ探針8が接触

するように位置合わせするためにステップスキャンコントローラ17を備え、さらにピエゾアクチュエータ5によってX、Y方向のオングストローム( $1.0 \times 10^{-10}$  m)オーダーの精密スキャンのためのX-Yスキャンシステム18と、光学検出系9と連動してZ方向の制御を行うためのZ軸コントローラ19を備え、この走査プローブ顕微鏡システム10によって原子オーダーでの形状観察と位置決め及び探針の接触圧力の調整を行うことができるようになっている。

【0022】また走査プローブ顕微鏡システム10は探針8の先端を試料16に接触させることによって電流を検出する電流検出装置20を備えており、同時に試料載置台7は試料16の底面又は任意の部分を接地して試料16に供給される電流のうち、特定の部分、例えば半導体ベース部分からアースに流れ出る電流を計測するアース電流検出装置21も備えている。

【0023】電子ビーム照射システム11、イオンビーム照射システム12はビーム直径がnmのオーダーで収束する精度を備え、偏向電極によってビームの操作を行うことにより、試料16と走査プローブ顕微鏡10の探針8との拡大映像が得ることができる。この電子ビーム照射システム11、イオンビーム照射システム12は走査プローブ顕微鏡システム10の探針8の向く方向に対して $0 \sim 180^\circ$ の方向に配置され、試料16の表面の動作領域の観察と位置確認を行い、さらにイオンビーム照射システム12は試料16の表面をエッチングすることができる配置にされている。この場合、試料16の表面観察を容易にするため、またそれらの電子ビーム、イオンビームの収束性の良さ、位置合わせの容易さを考慮して、電子ビーム照射システム11では電子ビームが探針8の向きに対して $30 \sim 90^\circ$ の範囲となるように設定し、イオンビーム照射システム12の方は $60 \sim 90^\circ$ となるように設定することが好ましい。

【0024】コントロールシステム13は試料載置台7のステップモータ6のコントロール、ピエゾアクチュエータ5のX-Y駆動、試料16の凹凸に応じた探針8の振れを検出する光学検出系9と振れの大きさに応じて試料16を上下させるピエゾアクチュエータ5によるZ軸サーボ、探針8及び試料載置台7を通して流れる電流量の計測、電子ビーム照射システム11、イオンビーム照射システム12より発せられた電子ビーム、イオンビームそれぞれの走査をコントロールし、これらを統括して試料16の断面又は表面における動作領域の2次元又は3次元での比抵抗分布あるいは容量分布を測定する各種の制御演算処理を実行する。

【0025】次に、上記の半導体材料の電気特性評価装置により実行される電気特性評価方法について説明する。図2に拡大して示すように、試料載置台7上に半導体材料の試料16を載置して位置決めする。試料16はベース16Aに斜線を施して示した動作領域のうちの抵

抗変化領域16Bが形成され、表面に電極16Cが形成された構造である。そしてこの試料16の動作領域の深さ方向の電気特性を測定すべく、半導体素子を劈開した断面に探針8を接触させて走査する位置関係に設定してある。

【0026】走査プローブ顕微鏡システムの探針8は導電性のカンチレバー23によって支持されており、探針8とカンチレバー23を通して流れる電流を電流検出装置20で検出し、同時に電圧検出装置24で電圧を検出し、これと共に、半導体ベース16Aからアース25に流れる電流も電流検出装置21で検出するように設定している。

【0027】このように配置した状態で電子ビーム照射システム11又はイオンビーム照射システム12から荷電ビーム22を出射させ、これを試料16の表面の動作領域の近傍の位置に収束するように照射する。これによって、試料16の表面の配線又は電極16Cを通して、あるいは配線又は電極16Cを通さずに直接動作領域16Bを含む試料に電荷が供給される。

【0028】この電荷は一時的に試料16の表面に蓄積し、局所電位差が発生するが、この電位差は荷電粒子の電流密度と半導体試料16の動作領域16Bなどの不均質領域の比抵抗によって大きさが異なる。そこで荷電ビームの照射によって試料16の表面に供給された電荷は、上記の電位差によって形成された電位勾配にしたがって電流として流れ、試料16のベース16A及び走査プローブ顕微鏡システム10の探針8より外部に流れ出るが、これらの電流を電流検出装置20、21によって測定し、その電流比から動作領域16Bの比抵抗を求めることができる。また、走査プローブ顕微鏡システム10の探針8を電圧検出装置24の端子として用いることによって動作領域16Bの電位も測定することができる。

【0029】次に、試料載置台7のピエゾアクチュエータ5で走査プローブ顕微鏡システム10を走査させることにより、X-Y2次元での比抵抗の分布及び電位分布を計測することができる。ここで、試料16の取付位置を変更することによって試料16の表面を測定することもできる。なお、試料16の表面を測定する場合には、イオンビーム照射システム12によって試料16の表面をエッチングして電極16Cや酸化膜を除去し、動作領域16Bを露出させてその領域の比抵抗の分布を測定することになる。

【0030】この比抵抗の算出例について、電流経路を近似的に等価回路に置き換えて示す図3に基づいて説明する。この等価回路において、Eは荷電粒子の供給によって発生した試料16の表面の局所電位、Iは荷電粒子の電流量、i<sub>b</sub>は試料16のベース16Aを通して流れる電流、i<sub>s</sub>は走査プローブ顕微鏡10の探針8を通して流れる電流、r<sub>i</sub>は荷電ビームの照射点における電流

拡散にかかわる抵抗値で接触抵抗に相当する。 $r_b$ は試料16のベース16Aの比抵抗、 $r_d$ は動作領域16Bの比抵抗で探針8の接触する部位によって異なる値を持つ。 $r_s$ は探針8の接触抵抗、 $r_p$ は走査プローブ顕微鏡システム10の探針8及びカンチレバー23の抵抗である。

【0031】これらの電圧、電流、抵抗の間には、 $i_s/i_b = r_b / (r_d + r_s + r_p) \dots (1)$ の関係式が成立する。

【0032】ここで、 $r_s$ はひろがり抵抗で、 $r_s = p / 2\pi a$ で表される。ここで $p$ は動作領域16Bにおける探針が接触している部分の比抵抗であり、 $a$ は探針先端における試料表面に接触した部分の曲率半径である。曲率半径 $a$ は10nm以下ときわめて小さいので、 $r_s \gg r_d, r_p$ となり、(1)式は以下のように近似できる。

【0033】 $i_s/i_b = r_b / r_s$   
 $r_b$ は試料16によって一律に決定される。また $r_s$ における接触半径 $a$ は、走査プローブ顕微鏡の探針8の接触圧力をピエゾアクチュエータ5のZ軸コントロールによって一定に保つことにより、常に一定の値に保持できる。したがって、電流比 $i_s/i_b$ は試料16の動作領域16Bの比抵抗 $p$ の変化によってのみ変わり、電流比を測定することによって動作領域16Bの比抵抗分布を求めることができる。

【0034】なお、荷電ビーム22として電子ビーム、イオンビームいずれを用いることもできるが、電子ビームの場合には半導体試料16への侵入深さが深くなり、イオンビームに比べて100~1000倍深いので、測定部位によっては電子ビームの侵入深さが動作領域16Bを通り越してしまう可能性がある。一方、イオンビームの場合には侵入深さは浅いが電子ビームに比べて照射部位を絞り込めない欠点がある。そこで測定対象によって使い分けを行うことが好ましい。すなわち、浅い動作領域ではイオンビームを使用し、深くて狭い動作領域では電子ビームを用いることができる。

【0035】<<具体例>>次に、図1に示した装置によって行った、Si基板に形成されたp型ドープ層の比抵抗の測定結果を示す。測定した動作領域はn型Siウェーハにホウ素Bをイオン注入で添加し、熱処理を行って活性化し、深さ300nm、幅約1μmの動作領域を形成し、その上にAl電極を付けたものである。Si基板の比抵抗は約200Ω・cmで、動作領域の比抵抗は数Ω・cmと推定される。この領域の断面の抵抗率の分布を次のようにして測定した。

【0036】まず、動作領域の断面が現れるように試料を劈開により破断し、破断面が走査プローブ顕微鏡の探針に向くように試料載置台に載置した。このとき、破断面が試料載置台の先端よりわずかに突出するように試料を載置し、走査プローブ顕微鏡システムの探針が破断

面に接触することができるようになる。

【0037】次に、試料室(図1において一点鎖線で囲んだ部分)を真空中に排気し、その後、イオンビームを発生させ、破断面をスパッタエッチングすることによって表面の酸化層を除去し、接触抵抗を低下させた。この場合、イオンビームには10KeVのエネルギーで直径1μmφに絞り込んだAr<sup>+</sup>イオンを用いた。

【0038】続いて、電子ビームを発生させ、電子顕微鏡で観察しながらステッピングモータで試料を移動させ、走査プローブ顕微鏡システムの探針が測定部位近傍に来るように位置合わせを行い、走査プローブ顕微鏡システムで測定部位の表面形状を観察して電流測定に支障を来す極端な凹凸などのないことを確認し、その後、電子ビームの照射位置を測定部位よりわずかに離れた地点に固定し、ピエゾアクチュエータのZ軸コントロールによって走査プローブ顕微鏡システムの探針の接触圧力を一定に保ちながら、X-Y方向の電流測定を行った。

【0039】このとき、電子ビームは、加速電圧5KV、電流量20nAで、約10nmφに収束させた。また走査プローブ顕微鏡システムの探針はn型Si結晶の円錐状で、直径10μmφ、高さ20μm、円錐先端の曲率半径が10nm以下のものを用いた。

【0040】以上の条件で測定した結果は図4及び図5に示すようなものであった。いずれも縦軸に走査プローブ顕微鏡システムの探針に流れる電流量と基板ベースに流れる電流量との比 $i_s/i_b$ をとり、測定位置に対してプロットしてある。図4は半導体試料の動作領域断面の中央付近の深さ方向の電流比の分布を示しているが、比電流が約300nm(0.3μm)付近で急激に低下しており、これから抵抗値が急激に増大していることを知ることができ、動作領域の深さが300nmであることを確認することができた。同様に、図5は水平方向の電流比の変化であり、電流がよく流れる領域が約1μmであることから、動作領域の幅が約1μmであることを確認することができた。

【0041】上述のようにこの実施例によれば、従来困難であったパターン化されたLSI、ULSIなどの半導体材料の微小領域の比抵抗の3次元的な変化をnmオーダーの精度で測定することができ、(1)パターン化された微小な領域の比抵抗の分布が測定でき、さらにその結果から、電気特性にかかわるキャリア濃度の見積もり、IC、LSI、ULSIなどの半導体装置の設計、プロセスの開発、製造、製品管理にきわめて有効に利用することができ、しかも、(2)化学エッチングや研磨などの前処理を行うことなく、イオンビーム照射システムを使用して試料の測定対象表面のエッチングを行い、その後、その部分の比抵抗の分布の測定ができ、半導体材料の電気特性の評価の手数、時間を大幅に短縮できる。

【0042】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、従来困難であったパターン化されたLSI、ULSIなどの半導体材料の微小領域の比抵抗の3次元的な変化をnmオーダーの精度で測定することができ、半導体材料の製造プロセスの評価にきわめて有効に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例に使用する半導体材料の電気特性評価装置の機能ブロック図。

【図2】上記装置の使用状態を示す拡大図。

【図3】上記装置による電気特性評価の等価回路図。

【図4】上記装置により測定した半導体試料の断面方向の比電流特性を示すグラフ。

【図5】上記装置により測定した半導体試料の表面方向の比電流特性を示すグラフ。

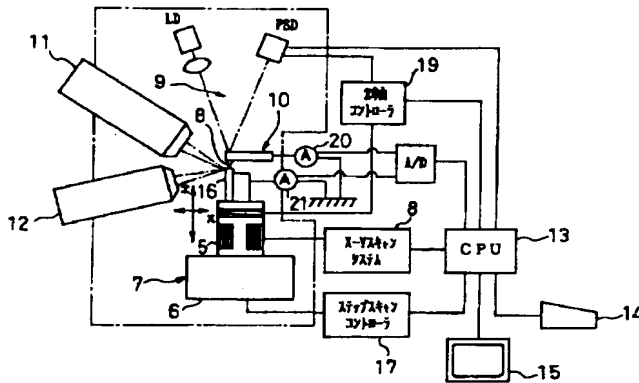
【図6】一般的な半導体材料の構造断面図。

【符号の説明】

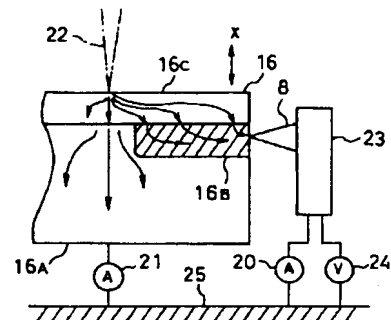
- 5 試料載置台
- 6 ステッピングモータ
- 7 ピエゾ素子位置決め装置

- 8 探針
- 9 光学検出系
- 10 走査プローブ顕微鏡システム
- 11 電子ビーム照射システム
- 12 イオンビーム照射システム
- 13 コントローラ
- 14 入力装置
- 15 表示装置
- 16 試料
- 16A ベース
- 16B 動作領域
- 16C 電極
- 17 ステップスキャンコントローラ
- 18 X-Yスキャンシステム
- 19 Z軸コントローラ
- 20 電流検出装置
- 21 電流検出装置
- 23 カンチレバー
- 24 電圧検出装置

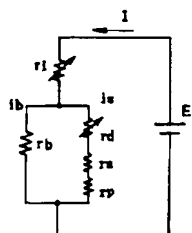
【図1】



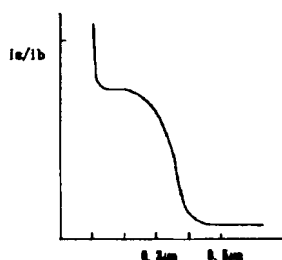
【図2】



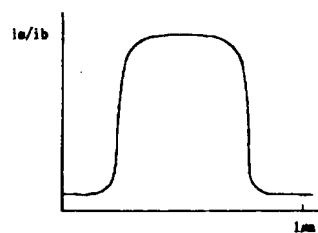
【図3】



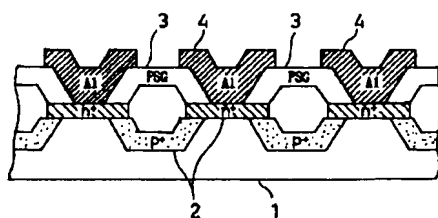
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 竹中 みゆき

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会  
社東芝研究開発センター内